

日光温室油桃滴灌灌溉制度试验研究

田成龙¹, 何宝银², 张上宁², 田野³

(1. 宁夏水利厅灌溉管理局, 宁夏 银川 750001; 2. 宁夏水利科研所,
宁夏 银川 750021; 3. 宁夏农牧厅农业广播学校, 宁夏 银川 750021)

摘 要: 根据日光温室油桃不同物候期的需水特征, 选择灌水量和灌水周期作为试验因素, 设立不同灌水处理开展滴灌灌溉制度试验, 为设施油桃的种植提供技术支持。结果显示: 日光温室油桃年生长周期持续约 365 d, 适宜的灌水次数为 22 次, 平均灌水周期为 16 d, 平均灌水定额为 $185 \text{ m}^3/\text{hm}^2$, 年生长周期灌溉定额为 $4\ 080 \text{ m}^3/\text{hm}^2$, 油桃产量可达 $3.0 \text{ 万 kg}/\text{hm}^2$ 以上。

关键词: 日光温室; 油桃; 滴灌; 灌溉制度

中图分类号: S275.6

文献标识码: A

文章编号: 1672-643X(2012)04-0158-06

Experiment on drip irrigation schedule for nectarine in sunlight greenhouse

TIAN Chenglong¹, HE Baoyin², ZHANG Shangning², TIAN Ye³

(1. Irrigation Management Bureau of Ningxia Water Conservancy Department, Yinchuan 750001, China;

2. Scientific Research Institute of the Water Conservancy of Ningxia, Yinchuan 750021, China;

3. Ningxia Agricultural Broadcasting School, Yinchuan 750021, China)

Abstract: According to the water requirements of nectarine in different phenologies in sunlight greenhouse, the paper chose irrigation quantity and the irrigation time as the experimental factors and set up different irrigation treatments and carried out the experiment of drip irrigation schedule. Which can supply the technical support for the Nectarine growth in greenhouse. The results showed that the growth period in sunlight greenhouse, nectarine last about 365 days, the suitable irrigation times is 22, the average irrigation interval is 16 days, the mean irrigation quota is $185 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ and the yearly irrigation norm is $4080 \text{ m}^3/\text{hm}^2$, the yield of nectarine can be reached more than $30\ 000 \text{ kg}/\text{hm}^2$.

Key words: sunlight greenhouse; nectarine; drip irrigation; irrigation schedule

1 概 述

设施农业是一种高投入高产出的农业种植模式,其经济效益远高于常规种植粮食作物和传统的大田果树,发展设施农业已成为增加农民收入的一种有效途径。宁夏设施农业发展迅速,2010 年种植面积在 8 万 hm^2 以上。日光温室及滴灌设施的构建,改变了温室下垫面和小气候状况,使得农田水分状况和作物生长环境从根本上发生了改变。目前,国内开展日光温室油桃的研究相对较多,康彩霞^[1]就大棚油桃标准化生产技术进行了研究探讨;缪越胜^[2]、赵伶^[3]分别对油桃采收后夏季管理等方面论述了日光温室油桃的栽培技术;刘慧^[4]对油桃日光温室内外湿度的变化规律进行了研究探讨,赵艳

霞^[5]、马占婕^[6]和于永祯^[7]等分别对日光温室油桃的栽培技术进行了研究探讨,杜晋城^[8]对不同抗旱措施对油桃物候期及土壤物理性质的影响进行了探讨,邵新荣^[9]通过设立试验小区对温室油桃滴灌节水施肥一体化技术和常规畦灌施肥进行了对比试验和总结,陈英^[10]就设施油桃栽培种滴灌系统的设计安装及滴灌技术应用进行了论述总结。上述各位专家学者对日光温室油桃的栽培技术、水肥管理、抗旱技术措施和标准化生产技术,以及滴灌和水肥一体化技术等方面做了大量研究探讨工作,但对日光温室油桃在滴灌方式下的节水灌溉制度论述很少。为了深入探讨日光温室油桃在滴灌条件下适宜的灌溉制度,支撑设施农业产业的健康发展,本文在宁夏永宁县选取试验区,设置不同灌溉水平的处理,开展了

收稿日期:2012-03-14; 修回日期:2012-04-03

作者简介:田成龙(1970-),男,宁夏中宁县人,高级工程师,主要从事灌溉管理和节水灌溉研究。

通讯作者:何宝银(1964-),男,宁夏平罗县人,高级工程师,主要从事节水灌溉技术研究。

日光温室油桃的滴灌灌溉制度试验研究,以期为宁夏乃至全国日光温室油桃灌溉提供一定的借鉴。

试验区位于宁夏引黄灌区的永宁县胜利乡小任果业种植基地,海拔高程 1 112~1 113 m,年平均气温 8.7~9.6℃,日照时数 2 900 h、无霜期 154 d,年平均风速 2.4 m/s,多年平均降水量 201 mm,土壤田间持水量为 25.60%,土壤耕作层速效氮、速效磷和速效钾的含量分别为 0.069~0.109、0.027~0.058 和 0.272~0.380 g/kg,有机质含量 1.05%~1.87%,耕作层土壤 pH 值为 7.51~7.76,土壤含盐量在 0.104~0.129%;灌溉期间地下水埋深在 1.5~2.0 m,枯水期地下水埋深在 2.0~2.5 m,地下水矿化度 1.1~1.3 g/L,pH 值 7.5~7.6。

2 试验设计

2.1 试验小区田间布设及试验处理设计

试验温室油桃于 2004 年春季定植,株行距为 80 cm×80 cm,2006 年开始结果产出,2009-2010 年试验时已进入盛果期。每一试验小区面积为 12.8 m²,种植油桃 20 株。小区采用顺序布设,试验区两端、温室入口处均设置保护区。

试验于 2009 年 5 月油桃采收之后开始进行灌水处理观测,至 2010 年 5 月中旬油桃成熟采收结束。

根据油桃的不同物候期的需水特点,试验设计分生育后期和生育期两个阶段进行:油桃生育后期灌水定额设置为 60、105 和 150 m³/hm² 三个水平,灌水周期设置为 5、15 和 22 d 三个水平;生育期灌水定额设置为 135、180 和 225 m³/hm² 三个水平,灌水周期设置为 7、9 和 12 d 三个周期水平。生育后期和生育期试验分别采用完全组合设计,试验总处理数 9 个,各处理重复 3 次,共布设 27 个试验小区。油桃休眠期不做差额灌水处理,结合秋施肥进行冬灌,在油桃根系分布的主要土层深度 0~60 cm 范围

内,灌水至土壤含水率达到最大田间持水量,灌水定额为 900 m³/hm²。

2.2 滴灌设备配置及灌水量控制

油桃试验温室采用单独供水,温室内打有一眼小管井作为灌溉水源。滴灌首部系统配置了自吸式加压泵、过滤器、水表、压力表、施肥器和控制球阀等,对温室滴灌系统进行灌水控制、计量和施肥等。每个试验小区有 2 条滴灌带沿油桃种植行方向布置,采用滴灌方式,滴头间距 0.3 m,滴头流量 2 L/h,小区首部设有 1 个控制球阀,可对试验小区灌水进行单独控制操作。

2.3 试验田间管理

试验温室油桃种植管理农艺措施主要有施肥、摘芽、除新梢、人工蔬果、松土、防疫打药和放风除湿等。2009 年冬灌前在油桃行间埋施牛粪 90 m³/hm²,埋施深度 20~30 cm;2010 年 2 月下旬滴施“艳阳天复合肥”(含 N 14%、P₂O₅ 6%、K₂O 15%) 450 kg/hm² 和尿素 300 kg/hm²,3 月下旬滴施“艳阳天复合肥”375 kg/hm²,4 月下旬滴施硝酸钾(含 N12%、P₂O₅ 5%、K₂O 40%)180 kg/hm²。

3 试验结果及分析

3.1 试验观测结果

日光温室油桃各试验处理的灌水量、产量、灌溉水生产效率监测结果见表 1。试验的 9 个处理中,处理 5 的产量和灌溉水生产率均为最高,分别达到了 3.57 万 kg/hm² 和 8.80 kg/m³,灌溉定额为 4 050 m³/hm²;处理 3 产量最低,产量为 2.0 万 kg/hm²,灌溉水生产效率为 7.83 kg/m³,排次第 4,灌溉定额为 2 565 m³/hm²。

3.2 试验处理产量差异性分析

对试验各处理产量进行方差分析,分析结果见表 2。从试验各处理产量方差分析结果表明, $F =$

试验处理		表 1 油桃滴灌灌溉制度试验结果表								
		d,m ³ /hm ² ,万 kg/hm ² ,kg/m ³								
物候期	灌水量次	处理 1	处理 2	处理 3	处理 4	处理 5	处理 6	处理 7	处理 8	处理 9
营养生长期 38 d (2009-05-23— 06-30)	灌水次数	5	4	3	5	4	3	5	4	3
	次均水量	90	90	90	135	135	135	180	180	180
	灌水周期	8	10	14	8	10	14	8	10	14
	阶段灌水量	450	360	270	675	540	405	900	720	540
花芽分化形成期 62 d (2009-07-01— 08-31)	灌水次数	6	3	2	6	3	2	6	3	2
	次均水量	45	45	45	90	90	90	135	135	135
	灌水周期	10	20	30	10	20	30	10	20	30
	阶段灌水量	270	135	90	540	270	180	810	405	270

续表 1										
试验处理		处理 1	处理 2	处理 3	处理 4	处理 5	处理 6	处理 7	处理 8	处理 9
物候期	灌水量次									
落叶期 30 d (2009-09-01— 09-30)	灌水次数	3	2	1	3	2	1	3	2	1
	次均水量	45	45	45	90	90	90	135	135	135
	灌水周期	10	20	30	10	20	30	10	20	30
	阶段灌水量	134	90	45	270	180	90	405	270	135
生育后期合计 130 d (2009-05-23— 09-30)	灌水次数	14	9	6	14	9	6	14	9	6
	次均水量	62	65	68	107	110	113	152	155	158
	灌水周期	10	15	22	10	15	22	10	15	22
	灌溉定额	855	585	405	1485	990	675	2115	1395	945
萌动期~花期 45 d (2009-12-26— 02-08)	灌水次数	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	次均水量	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	灌水周期									
	阶段灌水量	0	0	0	0	0	0	0	0	0
幼果期 34 d (2009-02-09— 03-14)	灌水次数	3	2	2	3	2	2	3	2	2
	次均水量	210	210	210	270	270	270	330	330	330
	灌水周期	11	17	17	11	17	17	11	17	17
	阶段灌水量	630	420	420	810	540	540	990	660	660
硬核期 20 d (2009-03-15— 04-03)	灌水次数	3	3	2	3	3	2	3	3	2
	次均水量	210	210	210	270	270	270	330	330	330
	灌水周期	7	7	10	7	7	10	7	7	10
	阶段灌水量	630	630	420	810	810	540	990	990	660
果实膨大着色期 29 d (2009-04-04— 05-03)	灌水次数	5	4	2	5	4	2	5	4	2
	次均水量	72	75	75	111	113	113	150	150	150
	灌水周期	6	7	15	6	7	15	6	7	15
	阶段灌水量	360	300	150	555	450	225	750	600	300
成熟采收期 22 d (2009-05-04— 05-25)	灌水次数	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	次均水量	90	90	90	120	120	120	150	150	150
	灌水周期	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	阶段灌水量	270	270	270	360	360	360	450	450	450
生育期合计 150 d (2009-12-26— 2010-05-25)	灌水次数	14	12	9	14	12	9	14	12	9
	次均水量	135	135	140	180	180	221	225	225	231
	灌水周期	11	13	18	11	13	18	11	13	18
	灌溉定额	1890	1620	1260	2535	2160	1898	3180	2700	2070
年生长周期 365 d (2009-05-23— 2010-05-25)	灌水次数	29	22	16	29	22	16	29	22	16
	次均水量	126	141	160	170	185	240	213	227	245
	灌水周期	12	16	22	12	16	22	12	16	22
	灌溉定额	3645	3105	2565	4920	4050	3990	6190	4995	3915
单位面积产量	产量	2.38	2.65	2.01	2.72	3.57	3.15	3.29	2.56	2.80
	排序	8	6	9	5	1	3	2	7	4
灌溉水生产效率	生产效率	6.53	8.52	7.83	5.52	8.80	7.89	5.31	5.12	7.16
	排序	6	2	4	7	1	3	8	9	5

$2.91 > F_{0.05} = 2.51, F = 2.91 < F_{0.01} = 3.71$,说明试验灌水处理对试验产量结果造成的差异达到了显著程度。

3.3 油桃产量与灌溉定额、灌水次数多因素拟合分析
以产量 (Y) 为应变量,以灌溉定额 (M) 和灌水次数 (T) 为自变量,进行二次多项式拟合,得到二元

表 2 试验处理产量方差分析表

变异来源	平方和	自由度	均方	F 值	显著水平
处理间	2452122	8	306515.30	2.914	0.0283
处理内	1893575	18	105198.59		
总变异	4345697	26			
$\alpha = 0.05, F = 2.51; \alpha = 0.01, F = 3.71$					

二次多项式模型为: $Y = -0.03M^2 - 4.56T^2 + 0.38MT + 11.012M + 88.54T - 810.32$ $R^2 = 0.6802$ 。该模型拟合度为 0.6802,通过了信度为 0.758 的 F 检验(F 值 =0.517)。产量与灌水次数及灌溉定额的三维响应趋势面见图 1。由图 1 看出,在灌溉定额和灌

水次数很小情况下,随着灌溉定额和灌水次数的增加,油桃产量随之增加;当灌溉定额和灌水次数达到一定程度时,油桃产量可达到最高产量;当灌溉定额和灌水次数超过一定程度时,随着灌溉定额和灌水次数的增加,油桃的产量随之降低。

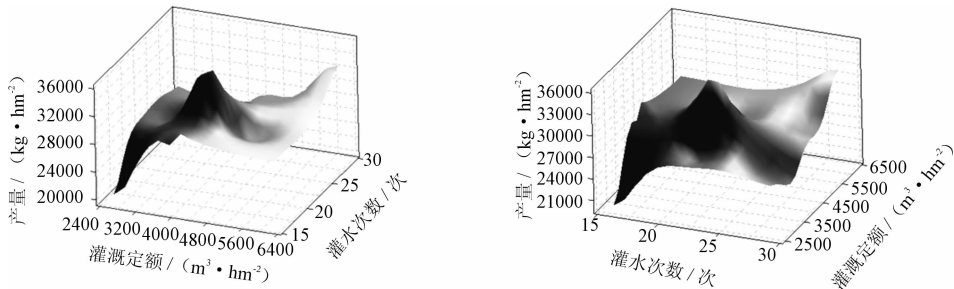


图 1 油桃产量与灌水次数、灌溉定额的趋势面图

3.4 灌溉制度分析选优

按照油桃生育过程需水特点,对其生育后期和生育期 2 个时期的灌溉制度进行分析选优,休眠期不进行灌溉制度选优。

3.4.1 生育后期灌溉制度选优 根据优选结果,油桃生育后期各物候期灌溉制度选优结果为:营养生长恢复期适宜灌水次数为 4 次,适宜的灌水定额为 135 m³/hm²,阶段适宜的灌水量为 450 m³/hm²;油桃花芽分化形成期适宜灌水次数为 3 次,灌水定额为 90 m³/hm²,阶段适宜的灌水量为 270 m³/hm²;油桃落叶期适宜的灌水次数为 2 次,灌水定额为 90 m³/hm²,阶段灌水量为 180 m³/hm²。油桃生育后期适宜的灌水次数为 9 次,灌水定额 110 m³/hm²,灌溉定额为 990 m³/hm²。生育后期各物候期适宜的灌水次数、次灌水量、灌溉定额分析过程及结果见表 3。

3.4.2 生育期灌溉制度选优 同样,根据优选结果,

油桃生育期各物候期灌溉制度选优结果为:幼果期适宜的灌水次数为 2 次,灌水定额为 270 m³/hm²,阶段灌水量为 540 m³/hm²;硬核期适宜灌水次数为 3 次,灌水定额为 270 m³/hm²,阶段灌水量为 810 m³/hm²;油桃果实膨大着色期适宜的灌水次数为 4 次,灌水定额为 113 m³/hm²,阶段灌水量为 450 m³/hm²;油桃成熟采收期适宜的灌水次数为 3 次,灌水定额为 120 m³/hm²,阶段灌水量为 360 m³/hm²。油桃生育期适宜的灌水次数为 12 次,适宜的平均灌水定额为 180 m³/hm²,适宜的灌溉定额为 2 160 m³/hm²。生育期各物候期适宜的灌水次数、次灌水量、灌溉定额分析过程及结果见表 4。

3.4.3 年生长周期灌溉制度选优 对日光温室油桃生育后期和生育期各物候期的灌溉制度选优结果进行组合,结合休眠期灌水结果,得到日光温室油桃年生长周期适宜的滴灌灌溉制度选优结果,详见表 5。

表 3 油桃生育后期灌水处理效果选优表 m³/hm², 万 kg/hm²

物候期		要素		试验效果统计					选优结果
营养生长期	灌水次数	次数段	3	4	5				4
		平均产量	2.65	2.92	2.80				2.92
	灌水定额	灌水量	90	135	180				135
		平均产量	2.35	3.14	2.88				3.14
	阶段灌水量	灌水量	270~360	405~450	540	675	720	900	450
		平均产量	2.33	2.76	3.18	2.72	2.56	3.09	3.29
花芽分化形成期	灌水次数	次数段	2	3	6				3
		平均产量	2.65	2.92	2.80				2.92
	灌水定额	灌水量	45	90	135				90
		平均产量	2.35	3.14	2.88				3.14
	阶段灌水量	灌水量	90~135	180	270	405	540	810	270
		平均产量	2.33	3.15	3.92	2.56	2.72	3.29	3.92

续表 3

物候期	要 素		试 验 效 果 统 计							选优结果
落叶期	灌水次数	次数段	1	2	3					2
		平均产量	2.65	2.92	2.80					2.92
	灌水定额	灌水量	45	90	135					90
		平均产量	2.35	3.14	2.85					3.14
	阶段灌水量	灌水量	45	90	135	180	270	405	180	
		平均产量	2.01	2.90	2.59	3.57	2.64	3.29	3.57	
生育后期 综合	灌水次数	次数段	6	9	14					9
		平均产量	2.35	3.14	2.88					3.14
	灌水定额	灌水量	62 ~ 68	107 ~ 113	152 ~ 158					107 ~ 113
		平均产量	2.35	3.14	2.88					3.14
	灌溉定额	灌水量	405 ~ 585	675 ~ 855	945	990	1 450	2 115	990	
		平均产量	2.33	2.76	2.80	3.57	2.64	3.29	3.57	

表 4 油桃生育期灌水处理效果选优表

m³/hm², 万 kg/hm²

生育期	要 素		试 验 效 果 统 计							选优结果
幼果期	灌水次数	次数段	2	3						2
		平均产量	2.81	2.80						2.81
	灌水定额	灌水量	210	270	330					270
		平均产量	2.35	3.14	2.88					3.14
	阶段灌水量	灌水量	420	540	630	660	810	990	540	
		平均产量	2.33	3.38	2.38	2.68	2.72	3.29	3.38	
硬核期	灌水次数	次数段	2	3						3
		平均产量	2.65	2.86						2.86
	灌水定额	灌水量	210	270	330					270
		平均产量	2.35	3.14	2.88					3.14
	阶段灌水量	灌水量	420	540	630	660	810	990	810	
		平均产量	2.01	3.13	2.61	2.80	3.14	2.92	3.14	
果实膨大 着色期	灌水次数	次数段	2	4	5					4
		平均产量	2.65	2.92	2.80					2.92
	灌水定额	灌水量	75	113	150					113
		平均产量	2.35	3.14	2.88					3.14
	阶段灌水量	灌水量	150 ~ 225	300 ~ 360	450	555	600	750	450	
		平均产量	2.58	2.61	3.57	2.72	2.56	3.29	3.57	
成熟 采收期	灌水次数	次数段	3							3
		平均产量	2.79							2.79
	灌水定额	灌水量	90	120	150					120
		平均产量	2.35	3.14	2.88					3.14
	阶段灌水量	灌水量	270	360	450					360
		平均产量	2.35	3.14	2.88					3.14
生育期 综合	灌水次数	次数段	9	12	14					12
		平均产量	2.65	2.92	2.80					2.92
	灌水定额	灌水量	135	180	225					180
		平均产量	2.35	3.14	2.88					3.14
	灌溉定额	灌水量	1260 ~ 1665	1890 ~ 2070	2160	2535	2700	3180	2160	
		平均产量	2.60	2.60	3.56	2.72	2.56	3.29	3.56	

从表 4 中可以看出:温室油桃生育后期持续约 130 d 左右,适宜的灌水次数为 9 次,灌水周期约 15 d,适宜的灌水定额为 110 m³/hm²,适宜的灌溉定额为 990 m³/hm²;休眠期持续约 85 d,结合秋施肥冬灌,灌水定额一般约 900 m³/hm²;生育期持续约 150 d,适宜的灌水次数为 12 次,灌水周期 13 d,平均灌水定额为 180 m³/hm²,适宜的灌溉定额为 2 190 m³/hm²;年生长周期合计 365 d,灌水次数为 22 次,灌水定额 185 m³/hm²,灌溉定额为 4 080 m³/hm²。

表 5 日光温室油桃适宜的灌溉制度表		d, m ³ /hm			
物 候 期		灌水 次数	灌水 定额	灌水 周期	灌溉 定额
生育后期	营养生长恢复期(40d)	4	135	10	540
	花芽分化形成期(60d)	3	90	20	270
	落叶期(30d)	2	90	15	180
	生育后期 小计(130d)	9	110	15	990
休眠期 (85d)		1	900	86	900
生育期	萌动芽~花期(45d)	0	0		0
	幼果期(34d)	2	270	17	540
	硬核期(20d)	3	270	6~7	810
	果实膨大着色期(29d)	4	120	7	480
	成熟采收期(22d)	3	120	8	360
	生育期 小计(150d)	12	180	13	2190
	年生长周期 合计(365d)	22	185	16	4080

4 结 语

为了研究日光温室油桃的滴灌灌溉制度,本研究在宁夏永宁县选定典型区,设立不同处理,进行灌溉试验并进行测产,利用数理统计及三维拟合方法探讨了产量与灌水次数、灌溉定额等灌溉影响因素的关系,通过对灌溉制度要素的优选从而得出日光温室油桃的滴灌灌溉制度,所得主要结论如下:

- (1)日光温室油桃生长周期主要包括生育后期、休眠期和生育期三个时期,共持续约 365 d。
- (2)温室油桃适宜的灌水次数为 22 次,平均灌水周期为 16 d,平均灌水定额为 185 m³/hm²,灌溉定额为 4 080 m³/hm²。
- (3)生育后期持续约 130 d,适宜的灌水次数为 9 次,灌水周期约 15 d,适宜的灌水定额为 110 m³/hm²,适宜的灌溉定额为 990 m³/hm²;休眠期持续约 85 d,结合秋施肥冬灌,灌水定额一般约 900 m³/hm²;生育期持续约 150 d,适宜的灌水次数为 12 次,灌水周期 13 d,平均灌水定额为 180 m³/hm²,适宜的灌溉定额为 2 190 m³/hm²。

参考文献:

[1] 康彩霞. 大棚油桃标准化生产技术[J]. 山西农业科学, 2009,37(11):91-92.

[2] 缪越胜,白万丰. 温室油桃采果后的夏季管理[J]. 果树花卉,2009(19):42-42.

[3] 赵 伶,英 杰. 温室油桃采果后的夏季管理[J]. 北京农业, 2005(6):24-25.

[4] 刘 慧,张宏辉. 油桃日光温室内外湿度变化规律观察研究[J]. 陕西农业科学,2010(5):59-60+69.

[5] 赵艳霞. 北方温室油桃栽培管理技术[J]. 黑龙江农业科学,2011(5):150-151.

[6] 马占婕,张玉兰,马占琼. 日光温室油桃丰产栽培技术[J]. 果树花卉,2010(9):32-33.

[7] 于永祯,张志良,周 杰,等. 日光温室油桃栽培技术,河北林业,2010(3):27-29.

[8] 杜晋城,涂美艳,雍洪俊,等. 三种抗旱措施对油桃物候期及土壤物理性质的影响[J]. 北方园艺,2010(9):1-4.

[9] 邵新荣. 日光温室油桃滴灌节水施肥一体化技术试验报告[J]. 果树花卉,2010(9):34-34.

[10] 陈 英,米红云. 设施油桃栽培种滴灌系统的设计安装及技术应用[J]. 青海农技推广,2010(2):32.